

ATTORNEY DOCKET NO.: 71181

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : GROTEMEYER et al.  
Serial No :  
Confirm No :  
Filed :  
For : REFLECTOR FOR A...  
Art Unit :  
Examiner :  
Dated : November 24, 2003

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY DOCUMENT

In connection with the above-identified patent application, Applicant herewith submits a certified copy of the corresponding basic application filed in

Germany

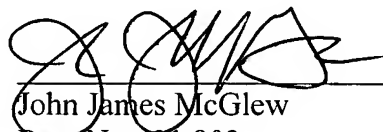
Number: 102 55 017.4

Filed: 25/Nov./2002

the right of priority of which is claimed.

Respectfully submitted  
for Applicant(s),

By:

  
\_\_\_\_\_  
John James McGlew  
Reg. No.: 31,903  
McGLEW AND TUTTLE, P.C.

JJM:tf


Enclosure: - Priority Document  
71181.5

DATED: November 24, 2003  
SCARBOROUGH STATION  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827  
(914) 941-5600

NOTE: IF THERE IS ANY FEE DUE AT THIS TIME, PLEASE CHARGE IT TO OUR  
DEPOSIT ACCOUNT NO. 13-0410 AND ADVISE.

I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH  
THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS EXPRESS MAIL, REGISTRATION NO.  
EV323629883US IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER FOR  
PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA 22313-1450, ON November 24, 2003

McGLEW AND TUTTLE, P.C., SCARBOROUGH STATION,  
SCARBOROUGH, NEW YORK 10510-0827

By:  Date: November 24, 2003



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 55 017.4

**Anmeldetag:** 25. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** Drägerwerk AG,  
Lübeck/DE

**Bezeichnung:** Reflektor für ein Flugzeitmassen-  
spektrometer

**IPC:** H 01 J 49/40

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 06. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office, is written over the text "Im Auftrag".

Agurks

## Beschreibung

Drägerwerk AG, 23542 Lübeck, DE

5

### Reflektor für ein Flugzeitmassenspektrometer

Die Erfindung betrifft einen Reflektor sowie ein Flugzeitmassenspektrometer mit einem Reflektor.

10

Massenspektrometer werden seit einigen Jahrzehnten für die Bestimmung der chemischen Struktur von Molekülen sowie zur quantitativen Analyse unbekannter Stoffgemische verwendet. In einem Massenspektrometer werden die zu analysierenden Moleküle in einer sogenannten Ionenquelle üblicherweise in positiv geladene Teilchen, die Kationen, überführt. Diese Kationen werden aus der Ionenquelle mittels einer konstanten Spannung beschleunigt. Die Bildung der Kationen erfolgt in einem möglichst niedrigen Vakuum. Sie durchlaufen einen Massenanalysator, in dem das Verhältnis von Masse zu Ladung bestimmt wird. Es gibt eine Reihe verschiedener Massenanalysatoren, so zum Beispiel

20

Magnetfelder, Kombinationen aus Magnetfeld und elektrischem Feld, sogenannte doppeltfokussierende Analysatoren, Quadrupole, Ionen-Zyklotron-Resonanz-Zellen und Flugzeitmassenanalysatoren. Die Erfindung bezieht sich auf einen Flugzeitmassenanalysator in einem Flugzeitmassenspektrometer, abgekürzt TOFMS (time-of-flight mass spectrometer). Bei einem TOFMS wird die Flugzeit der Ionen von einem vorgegebenen Startpunkt bis zu einem Endpunkt gemessen. Ionen mit einem unterschiedlichen Verhältnis von Masse zu Ladung haben dabei unterschiedliche Flugzeiten.

25

Ein Reflektor für ein Flugzeitmassenspektrometer ist beispielsweise aus der US 5,955,730 bekannt. Der Reflektor besteht aus mehreren konzentrisch angeordneten Ringelektroden. Die Ionen erfahren auf ihrem Weg durch die Reihe der Ringelektroden eine Negativbeschleunigung. Sie werden reflektiert und bei ihrem Flug auf einen Detektor zeitlich fokussiert.

30

Als Nachteil des bekannten Reflektors erweist sich, dass er aus zahlreichen  
5 Bauteilen besteht, die exakt zueinander angeordnet werden müssen, so dass der konstruktive Aufwand vergleichsweise groß ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Reflektor sowie ein Flugzeit-  
massenspektrometer mit einem Reflektor bereitzustellen, mit welchen ein die  
10 Ionen zeitlich gesehen möglichst gut fokussierendes elektrostatisches Feld generiert wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Reflektor zur Verwendung  
in einem Flugzeitmassenspektrometer sowie ein entsprechendes Flugzeitmassen-  
15 spektrometer.

Der Reflektor zur Verwendung in einem Flugzeitmassenspektrometer ist  
einstückig ausgebildet als radialsymmetrische Mulde in einem entsprechenden,  
geerdeten Gehäuse. Die Mulde ist vorzugsweise so geformt, dass sie in der Mitte  
20 kreisförmig flach ausgebildet ist und zum Rand hin eine stetig ansteigende Krümmung aufweist.

Das Flugzeitmassenspektrometer besitzt ein Gehäuse, in das die Moleküle eines  
zu analysierenden Gases treten. Mit Hilfe einer Ionenquelle werden die im  
25 Gehäuse befindlichen Moleküle ionisiert und in Richtung von mindestens einer mit einem vorgegebenen Spannungspotential beaufschlagten Ringelektrode beschleunigt. Anschließend passieren die ionisierten Moleküle einen Detektor, der beispielsweise als ringförmige Scheibe ausgebildet ist, und bewegen sich auf den in Flugrichtung gesehen dahinter angeordneten Reflektor zu. Der Reflektor ist  
30 einstückig als radialsymmetrische Mulde ausgebildet und ebenfalls mit einem vorgegebenen Spannungspotential beaufschlagt, so dass die ionisierten Moleküle dadurch entgegengesetzt zu ihrer ursprünglichen Flugrichtung umgelenkt werden und am Ende ihrer Wegstrecke schließlich auf den Detektor treffen. Die muldenförmige Ausgestaltung des Reflektors erzeugt ein Feld, das die ionisierten

5 Moleküle mit gleichem Verhältnis von Masse zu Ladung, aber unterschiedlicher Energie nicht nur in entgegengesetzte Richtung umlenkt, sondern darüber hinaus beim Auftreffen auf den Detektor zeitlich fokussiert.

Vorteilhafte Ausführungsformen des Reflektors sowie des Flugzeitmassenspektrometers sind Gegenstand der Unteransprüche.

10

Eine bevorzugte Ausführungsform des Reflektors ist aus Edelstahl oder aus einem geeigneten Trägermaterial mit einer leitfähigen Beschichtung gefertigt. Ebenso ist das Innere des Gehäuses des Flugzeitmassenspektrometers aus Edelstahl oder einem geeigneten Trägermaterial mit leitfähiger Beschichtung gefertigt. Die  
15 Innenseite der Mulde einschließlich des Muldenrandes ist poliert. Auf diese Weise wird eine präzise Fokussierung der ionisierten Moleküle auf den Detektor hin besonders begünstigt.

20 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Reflektors weist der Reflektor, am Rand der Mulde gemessen, einen Durchmesser zwischen 60 und 75 Millimeter auf.

Bevorzugte Ausführungsformen des Flugzeitmassenspektrometers weisen einen Reflektor mit den verschiedenen genannten Ausgestaltungen auf.

25

Als Ionenquelle des Flugzeitmassenspektrometers wird vorzugsweise eine REMPI-Quelle (resonance enhanced multi photon ionisation) verwendet. Dabei setzt eine gepulste Laserstrahlungsquelle im ultravioletten Bereich Photonen frei. Diese Photonen ionisieren die Moleküle des zu analysierenden Gases. Gleichfalls  
30 denkbar zur Ionenerzeugung sind beispielsweise Multi-Photonen-ionisationsquellen oder Elektronenionisationsquellen beziehungsweise laserinduzierte Elektronenionisationsquellen.

Darüber hinaus ist der Detektor im Flugzeitmassenspektrometer bevorzugt als

Multi-Channel-Plate ausgebildet.

5

Durch seine vergleichsweise geringen Abmessungen kann das Flugzeitmassenspektrometer mobil eingesetzt werden. Das ist insbesondere dann von Vorteil, wenn Messergebnisse sehr schnell vorliegen müssen, beispielsweise bei Leckagen potentiell gefährlicher Stoffe, wenn eine Messprobe sich auf dem Weg zum Labor verändern könnte oder wenn durch die sofortige Messung vor Ort Zeit und damit Geld gespart werden kann. Einsatzbereiche für das erfindungsgemäße Flugzeitmassenspektrometer sind daher insbesondere Gasanalysen im militärischen Bereich, ferner Schadstoffanalysen sowie Gasanalysen im Zusammenhang mit einer mobilen Prozessüberwachung.

15

Eine Ausführungsform der Erfindung wird anhand der Zeichnung beispielhaft erläutert.

Es zeigt

20

die Figur ein Flugzeitmassenspektrometer mit einem Reflektor im seitlichen Längsschnitt.

25

In der Figur ist ein Flugzeitmassenspektrometer mit einem Reflektor 11 im seitlichen Längsschnitt dargestellt. Das Flugzeitmassenspektrometer weist ein Gehäuse 1 auf, in dem sich das zu analysierende Gas verteilt. Am oberen Ende des Gehäuses 1 befindet sich ein Anschluss 2 zur Druckmessung im Inneren des Gehäuses 1. Am unteren Ende des Gehäuses 1 befindet sich ein Pumpenanschluss 3 für eine Evakuierung des Inneren des Gehäuses 1. Abgesehen vom Anschluss 2 und dem Pumpenanschluss 3 ist das Flugzeitmassenspektrometer im Wesentlichen rotationssymmetrisch zur Längsachse 4 ausgebildet. Das zu analysierende Gas tritt von links durch eine entlang der Längsachse 4 angeordnete Einlasskapillare 5 in das Gehäuse 1. Die horizontal nach rechts verlaufende Einlasskapillare 5 endet kurz vor dem Repeller 6, der als Ringelektrode senkrecht

zur Einlasskapillare 5 angeordnet ist. Der Strom des zu analysierenden Gases tritt  
5 rechts hinter dem Repeller 6 in Strömungsrichtung betrachtet auf eine erste  
Ringelektrode 7 und eine zweite Ringelektrode 8. Die Ringelektroden 7, 8 sind  
parallel zum Repeller 6 angeordnet. Das durch die Einlasskapillare 5 in das  
Gehäuse 1 eintretende Gas wird mit Hilfe von Laserstrahlung ionisiert. Die hierfür  
verwendete Laseranordnung ist in der Figur nicht abgebildet. Der Laserstrahl trifft  
10 senkrecht zur Zeichenebene der Figur durch ein kreisrundes Eintrittsfenster 9 auf  
das im Gehäuse 1 befindliche Gas. Der Repeller 6 und die Ringelektroden 7, 8  
lassen sich mittels einer ersten Schraube mit Feingewinde 10 justieren. Die durch  
die Laserstrahlung ionisierten Gasmoleküle erfahren durch die mit vorgegebenen  
Spannungen beaufschlagten Ringelektroden 7, 8 eine Beschleunigung entlang der  
15 Längsachse 4 in Richtung des Reflektors 11, der mittels einer zweiten Schraube  
mit Feingewinde 12 justiert wird. An dem Reflektor 11 liegt ebenfalls eine  
bestimmte Spannung an, und die ionisierten Moleküle werden in Abhängigkeit von  
der Geometrie des Reflektors 11 sowie von der Höhe der anliegenden Spannung  
reflektiert und treffen auf einen Detektor 13, der ebenfalls parallel zum Repeller 6  
20 zwischen den Ringelektroden 7, 8 und dem Reflektor 11 angeordnet ist.  
Der als horizontal verlaufender Doppelpfeil angedeutete Abstand zwischen  
Reflektor und Detektor im Flugzeitmassenspektrometer liegt beispielsweise im  
Bereich zwischen 60 und 75 Millimeter.

25

30



## Patentansprüche

- 5 1. Reflektor zur Verwendung in einem Flugzeitmassenspektrometer, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (11) einstückig als radialsymmetrische Mulde ausgebildet ist.
2. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (11) aus einem Edelstahl gefertigt ist, wobei die Innenseite der Mulde poliert ist.
- 10 3. Reflektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (11) aus einem geeigneten Trägermaterial mit leitfähiger Beschichtung gefertigt ist, wobei die Innenseite der Mulde poliert ist.
- 15 4. Reflektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Reflektors (11) am Rand der Mulde gemessen zwischen 60 und 75 Millimeter beträgt.
- 20 5. Flugzeitmassenspektrometer mit
  - 5.1 einem Gehäuse (1), in das die Moleküle eines zu analysierenden Gases treten,
  - 25 5.2 einer Ionenquelle, durch die die im Gehäuse (1) befindlichen Moleküle ionisiert werden,
  - 5.3 mindestens einer mit einem bestimmten Spannungspotential beaufschlagten Ringelektrode (7, 8), durch die die ionisierten Moleküle beschleunigt werden,
  - 30 5.4 einem Reflektor (11), durch den die ionisierten und beschleunigten Moleküle umgelenkt werden,

5.5 einem Detektor (13), auf den die ionisierten und umgelenkten Moleküle am Ende der zurückgelegten Wegstrecke treffen,

5 dadurch gekennzeichnet,

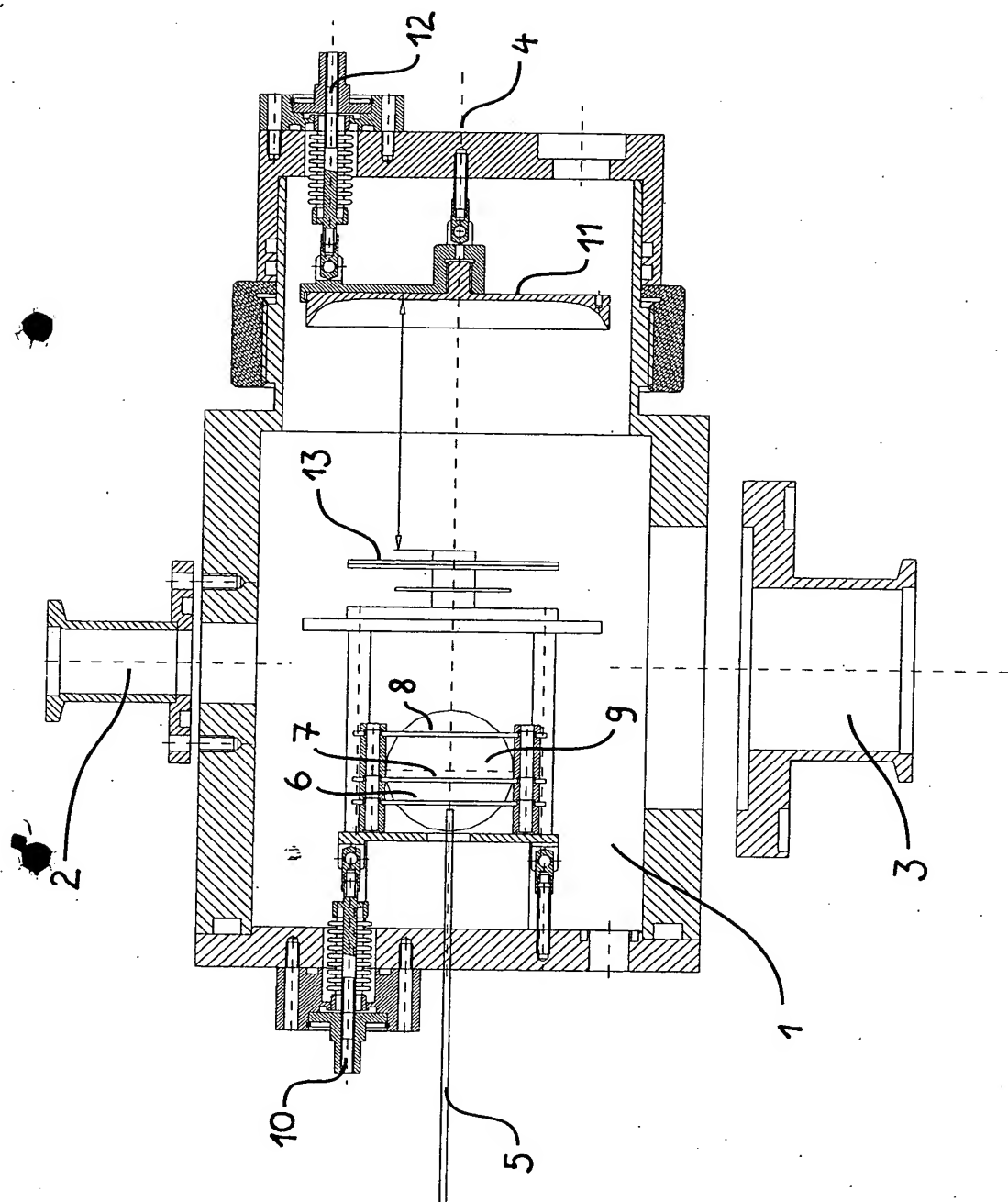
5.6 dass der Reflektor (11) einstückig als radialsymmetrische Mulde ausgebildet ist.

10 6. Flugzeitmassenspektrometer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ionenquelle als REMPI-Quelle (resonance enhanced multi photon ionisation) ausgebildet ist.

15 7. Flugzeitmassenspektrometer nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Detektor (13) als sogenannte Multi-Channel-Plate ausgebildet ist.

20 8. Flugzeitmassenspektrometer nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (11) aus einem Edelstahl oder einem geeigneten Trägermaterial mit leitfähiger Beschichtung gefertigt ist, wobei die Innenseite der Mulde poliert ist.

25 9. Flugzeitmassenspektrometer nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser des Reflektors (11) am Rand der Mulde gemessen zwischen 60 und 75 Millimeter beträgt.



## Zusammenfassung

### Reflektor für ein Flugzeitmassenspektrometer

5

Die Erfindung betrifft einen Reflektor sowie ein Flugzeitmassenspektrometer mit einem Reflektor.

10

Massenspektrometer werden für die Bestimmung der chemischen Struktur von Molekülen verwendet sowie zur quantitativen Analyse unbekannter Stoffgemische.

15

Als Nachteil der bekannten Flugzeitmassenspektrometer erweist sich, dass insbesondere für den darin befindlichen Reflektor ein vergleichsweise hoher konstruktiver Aufwand betrieben werden muss, um ein möglichst gut fokussierendes elektrostatisches Feld zu generieren für die Umlenkung der Ionen.

20

Dieser Nachteil wird erfindungsgemäß überwunden mit einem einstückig als radialsymmetrische Mulde ausgebildeten Reflektor (11), welcher vorzugsweise aus einem Edelstahl oder einem Trägermaterial mit leitfähiger Beschichtung gefertigt und auf der Innenseite der Mulde poliert ist. (Figur)

# Zusammenfassung

